

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

2000-089450

(43)Date of publication of application : 31.03.2000

(51)Int.Cl.

G03F 1/14

G03F 7/20

H01L 21/027

(21)Application number : 10-272570

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 09.09.1998

(72)Inventor : MURAKAMI EIICHI

(54) RETICLE AND PROJECTION ALIGNER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a reticle usable even if an exposure wavelength is as short as 157 nm of an F2 laser and an aligner using the reticle.

SOLUTION: A fluoride crystal material is used as the reticle material and the directions of one crystal axis of the crystal and at least one of the X-, Y- and Z-axes of the projection aligner are aligned or are perpendicular. The fluoride crystal material is preferably CaF₂ or MgF₂ or LiF.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-89450

(P2000-89450A)

(43) 公開日 平成12年3月31日 (2000.3.31)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード*(参考)

G 0 3 F 1/14

G 0 3 F 1/14

B 2 H 0 9 5

7/20

5 0 2

7/20

5 0 2

2 H 0 9 7

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 0 2 P

審査請求 未請求 請求項の数13 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平10-272570

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(22) 出願日

平成10年9月9日 (1998.9.9)

(72) 発明者 村上 栄一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

Fターム(参考) 2H095 BA02 BA06 BC13 BC27

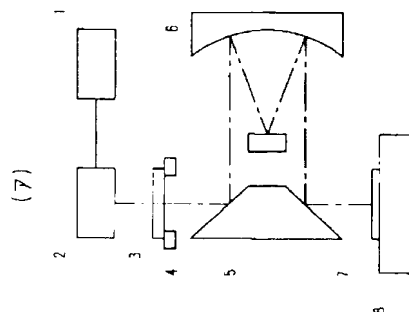
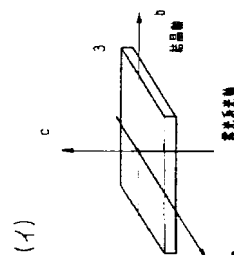
2H097 BA10 BB10 CA17 GB01 LA10

(54) 【発明の名称】 レチクル及び投影露光装置

(57) 【要約】

【課題】露光波長がF2レーザーの157nmと短くなくても使用可能なレチクルと該レチクルを用いた露光装置を提供すること。

【解決手段】レチクル材料としてフッ化物結晶材料を使用するとともに、該結晶の結晶軸の一つと投影露光装置のX、Y、Z軸の少なくとも一つの方向を一致させる、または垂直とすることを特徴とした投影露光装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フッ化物結晶を用いるとともに、該結晶の少なくとも一つの軸がレチクルの辺の方向と一致することを特徴とするレチクル。

【請求項2】 該フッ化物結晶が CaF_2 であることを特徴とする請求項1記載のレチクル。

【請求項3】 該フッ化物結晶が MgF_2 であることを特徴とする請求項1記載のレチクル。

【請求項4】 該フッ化物結晶の結晶軸（c軸）がレチクルが装着される投影露光装置の投影光学系の光軸と平行な方向に向いていることを特徴とする請求項3記載のレチクル。

【請求項5】 該フッ化物結晶が LiF であることを特徴とする請求項1記載のレチクル。

【請求項6】 該レチクル表面が反射防止膜でコーティングされていることを特徴とする請求項1記載のレチクル。

【請求項7】 250nm以下の短波長を露光波長とし、結晶材料のレチクルを用いて半導体素子を製造する投影露光装置において、該投影露光装置の投影光学系の軸をZ軸とし、Z軸と直交する方向をそれぞれX、Y軸としたとき、該レチクルを構成する結晶軸の一つを前記X、Y、Z軸の少なくとも一つと一致させる、または垂直にすることを特徴する半導体露光装置。

【請求項8】 該レチクルの熱的な膨張を計測し、該投影光学系の倍率を補正しながら露光を行うことを特徴とする請求項7記載の投影露光装置。

【請求項9】 該レチクルの熱的な膨張を予め計算し、該投影光学系の倍率を補正しながら露光を行うことを特徴とする請求項7記載の投影露光装置。

【請求項10】 該投影光学系が反射光学系であることを特徴とする請求項7記載の投影露光装置。

【請求項11】 露光光源が ArF レーザーであるであることを特徴とする請求項7記載の投影露光装置。

【請求項12】 250nm以下の露光波長と、投影光学系を持つ投影露光装置と、該投影光学系の軸をZ軸とし、Z軸と直交する方向をそれぞれX、Y軸とした時、フッ化物結晶材料で構成されるとともに、該結晶材料の結晶軸の一つが前記X、Y、Z軸の少なくとも一つと一致、または垂直なレチクルを用いて製造した半導体デバイス。

【請求項13】 250nm以下の露光波長と、投影光学系を持つ投影露光装置と、該投影光学系の軸をZ軸とし、Z軸と直交する方向をそれぞれX、Y軸とした時、フッ化物結晶材料で構成されるとともに、該結晶材料の結晶軸の一つが前記X、Y、Z軸の少なくとも一つと一致、または垂直なレチクルを用いて製造する半導体デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体製造用のレチクル及び投影露光装置に関するもので、特に ArF レーザー等の短波長領域で好適なレチクル及び投影露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年の集積回路の高密度化に伴い、半導体露光装置にはレチクル面上の回路パターンをウエハー面上に高い解像力で投影露光することが要求されている。現在要求されている最小線幅は各DRAMについて、16M DRAMで $0.35 \sim 0.50 \mu\text{m}$ 、64M DRAMで $0.30 \sim 0.35 \mu\text{m}$ 、256M DRAMで $0.25 \mu\text{m}$ 、1G DRAMで $0.18 \mu\text{m}$ とされている。

【0003】 上記のような高解像性能を実現するため、投影露光装置においては投影光学系の高NA化とともに、露光波長の短波長化が進められてきた。投影露光装置の波長は水銀ランプを光源にした365nm(1線)から、エキシマレーザーを光源にした248nm、さらに近年では ArF レーザーを光源とした193nmの開発にまで発展している。

【0004】 14は投影露光装置の基本構成を示すものである。レチクル22はレチクルステージ23上に搭載されている。レチクル22上のパターンは照明系21によって照射され、投影光学系24によってウエハー25上に結像される。ウエハー25はウエハーステージ26上に配置され、不図示のアライメント系、フォーカス系によりレチクル22に対する露光位置が決定される。

【0005】 現在レチクル22としては6インチ角で厚さ6.35mm、または5インチ角で厚さ2.25mmの外径のものが用いられている。レチクルの材料としては石英ガラスが最も広く用いられ、Cr等により回路パターンが描画されている。石英は上記の露光波長に対する透過率が90%以上と高く、温度、気圧等の環境変動に対する物性変化が小さいことからレチクルに適した材料である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 今日、集積回路の高密度化を目指した微細化はさらに進行しており、微細化を実現する手段として露光波長を ArF よりさらに短くした157nmの F_2 レーザー等を光源とした投影露光装置の開発が試みられている。

【0007】 しかしながら、従来のレチクル材料である石英ガラスは波長が157nmにまで短くなると透過率が殆ど0%で、レチクル材料として利用できないという問題が存在している。

【0008】 石英ガラス以外の従来のクラウン系、あるいはフリント系の光学硝子も透過率の点からレチクル材料として利用することは不可能である。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記の問題点を鑑みてなされたもので、露光波長が157nmと短くなっても使用可能なレチクルと該レチクルを用いた露光装置を

提供することを目的としている。

【0010】即ち本発明においてはレチクル材料としてフッ化物結晶材料を採用するとともに、該結晶の結晶軸の一つと投影露光装置のX、Y、Z軸の少なくとも一つの方向を一致させる、または垂直とすることを特徴としている。フッ化物結晶材料を用いることにより露光波長である157nmに対しても高い透過率を得ることができ、投影露光装置におけるレチクルとして用いることのできる。また該結晶軸の一つを投影露光装置のX、Y、Z軸の少なくとも一つと一致させる、または垂直とすること

で結晶の持つ方向性と、投影露光装置の持つ方向性を整*

* 合させることを特徴としている。なおここで、投影露光装置のX、Y軸は上から見たレチクルの辺の方向、即ちウェハーを搭載して動くステーションの主たる移動方向と一致しており、Z軸は投影光学系の光軸方向と一致する。

【0011】表1はレチクルの材料として利用可能なフッ化物結晶素材の157nm付近における透過率と、一般的な性質をまとめたものである。尚、表中の透過率は現状の6インチレチクルの形状に合わせ、厚さ6.35mmでの透過率を示した。

【0012】

【表1】

結晶素材	157nm付近での透過率 t 6.35mm	備考
CaF ₂	約72%	
MgF ₂	約32% (結晶軸c軸に平行な方向) 約75% (結晶軸c軸に垂直な方向)	複屈折性をもつ
LiF	約74%	潮解性が大

CaF₂、LiFは157nmでの透過率がそれぞれ72%、74%と高いため、レチクル材料として基本的に好適な性質を持っており、結晶構造が等軸性なので扱いやすい。結晶には結晶軸に関する方向性があり、熱的性質、あるいは機械的性質が異なるが、投影露光装置のX、Y軸（即ち上から見たレチクルの辺の方向）、または投影露光装置のZ軸の少なくとも一つとレチクル材料としての結晶の結晶軸の少なくとも一つの方向を一致させる、または垂直とすることにより、結晶の方向性と投影露光装置の方向性の整合性を取ることを特徴としている。ここで整合性とは結晶の熱膨張に対する整合性や、機械的性質から来る研磨の容易さ等との整合性を意味している。

【0013】また、MgF₂は結晶構造から複屈折性を有し、結晶軸（c軸）に平行な方向に対する透過率は32%と低いものの、厚さが6.35mmであれば透過率は約75%となり、レチクル材料として使用できる。

【0014】

【発明の実施の形態】図1（ア）は本発明の実施形態1でフッ化物結晶を用いたレチクルを用いた投影露光装置の基本構成を示したものである。光源1のF2レーザーから出た157nmの光は照明系2によってレチクルステーション4に載ったレチクル3を照明する。ウェハースターション8上にはウェハ7が配置され、不図示のアライメント系、フォーカス系によりレチクル3に対する露光位置が決定される。図1に示したのは反射型光学系を用いた投影露光装置で、レチクル3上に描画された回路パターンは台形ミラー5、及び露光光学系6を介してウェハ7上に転写される。

【0015】本実施形態ではレチクル3にフッ化物結晶材料としてCaF₂を用いたことを特徴としている。レチクル3の下面にはCr等により回路パターンが描画されている。

【0016】CaF₂は結晶として等軸性であるが、F2レーザーを長時間照射して熱吸収による膨張を起こした場合、石英のように均一に膨張せず結晶軸方向に（図1（イ）のa、b方向）特徴的な膨張を起こす。

【0017】本発明の投影露光装置においてはレチクルを構成する結晶材料の結晶軸の一つを投影露光装置のX、Y、Z軸の少なくとも一つと一致させる、または垂直にすることで結晶の持つ方向性と、投影露光装置の持つ方向性を整合させることを特徴としている。整合させることは上記熱的な性質の方向性を台致させ、またCaF₂の研磨に際しての機械的性質を整合させることも対応する。熱的性質について言えば、予めX、Y方向の露光による膨張を予め計算しておくか、あるいは投影露光装置側で該膨張を計測して、前記投影光学系の倍率を補正することにより、高精度な露光が可能となる。

【0018】またレチクルを構成する結晶材料の結晶軸の一つを投影露光装置のX、Y、Z軸の少なくとも一つと一致させる、または垂直にすることは、厚さ方向も含めてレチクルの辺の方向が結晶軸の少なくとも一つの方向と一致することを意味している。

【0019】図2は本発明の実施形態2を示すもので、レチクルとしてMgF₂を用いたことを特徴としている。

【0020】前述の通りMgF₂は結晶構造が一軸構造（図2（イ）のa、b、c軸方向の屈折率をn_a、n_b、n_cとしたときn_a=n_b≠n_c）のため、複屈折性を有しており、さらに157nmの透過率も結晶の方向によって異なっている。本実施形態では結晶軸（c軸）の方向を照明系及び投影光学系の光軸と平行になるように構成したことを特徴としている。屈折率、熱的性質の等しいa、b軸をレチクルの辺方向に合わせている。結晶軸と投影露光装置のX、Y、Z軸との整合の理由については実施形態1で説明した通りである。

【0021】図3は本発明の実施形態3で、レチクル12を11Fで構成した場合のレチクル断面図を示すものである。表1より11Fは潮解性が18℃で0.27/100aと大きい。ため、そのままレチクル材料として用いるのは不適である。本実施形態では11Fレチクルの表面に反射防止コーティングを保護膜として施し、該保護膜により耐環境性を向上させて、外気からの影響を遮断したことを特徴としている。

【0022】11FレチクルもCaF₂レチクルと同じ等軸性なので、レチクルを構成する結晶材料の結晶軸の一つを投影露光装置のX、Y、Z軸の少なくとも一つと一致させる。または垂直にすることで結晶の持つ方向性と、投影露光装置の持つ方向性を整合させることができる。整合させることは、熱的な性質の方向性を合致させることと、11Fの研磨に際しての機械的性質とを整合させることに対応する。熱的性質について言えば、予めX、Y方向の露光による膨張を予め計算しておくか、あるいは投影露光装置側で該膨張を計測することにより、前記投影光学系の倍率を補正することにより、高精度な露光が可能となる。

【0023】また本実施例では157nmのF2エキシマレーザーを例にとったが、本発明は250nm以下の投影露光装置にも同様に適用できる。

【0024】次に上記説明した露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施形態を説明する。図5は半導体デバイス(ICやLSI等の半導体チップ)あるいは液晶パネル(LCD等)の製造フローを示す。ステップ1(回路設計)では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2(マスク製作)では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。

【0025】一方、ステップ3(ウエハ製造)ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。

【0026】次のステップ5(組立)は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作成されたウエハを用いて半導体チップ化する工程で、アッセンブリ工程(タイピング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。ステップ6(検査)ではステップ5で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷(ステップ7)される。

【0027】図6は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11(酸化)ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12(CVD)ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。

【0028】ステップ13(電極形成)ではウエハ上に

電極を蒸着によって形成する。ステップ14(イオン打ち込み)ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)ではウエハに感光材を塗布する。ステップ16(露光)では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付け露光する。

【0029】ステップ17(現像)では露光したウエハを現像する。ステップ18(エッチング)では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返すことにより、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0030】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明のレチクル及び投影露光装置では、レチクル材料としてフッ化物結晶材料を用いることにより、12レーザーの157nmにおいても高い透過率を得ることが可能となった。

【0031】また本発明ではレチクルを構成するフッ化物結晶材料の結晶軸の一つを投影露光装置のX、Y、Z軸の少なくとも一つと一致させる。または垂直にすることで結晶の持つ方向性と、投影露光装置の持つ方向性を整合させることを可能とした。該整合性は結晶の熱的な性質の方向性と装置の特性を合致させることと、及び結晶材料の研磨に際しての機械的性質と、装置の要求するレチクルの平面度等の特性とを整合させることを可能とした。

【図面の簡単な説明】

【図1】(ア) 本発明のレチクルを用いた投影露光装置の要部概略図、(イ) 本発明の投影光学系の光軸と結晶軸との関係を示す図

【図2】 本発明の実施形態2の要部概略図、

【図3】 本発明の実施形態3の要部概略図、

【図4】 従来の投影露光装置の要部概略図、

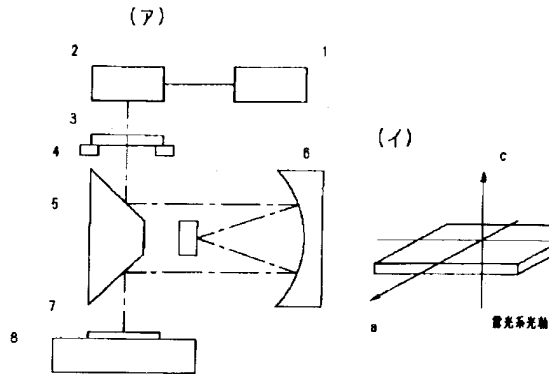
【図5】 本発明による半導体デバイスの製造フロー、

【図6】 本発明によるウエハプロセスの詳細なフロー、

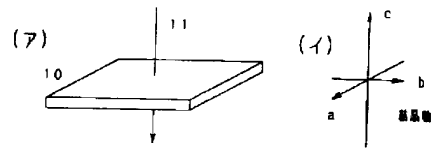
【符号の説明】

- 1 光源
- 2、21 照明系
- 3、10、12、22 レチクル
- 4、23 レチクルステーション
- 5 台形ミラー
- 6 反射光学系
- 7、25 ウエハ
- 8、26 ウエハステーション
- 11 投影光学系の光軸
- 13 反射防止膜
- 24 投影光学系

【図1】



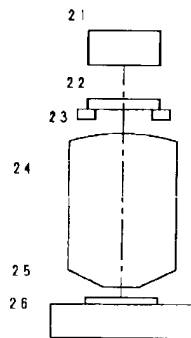
【図2】



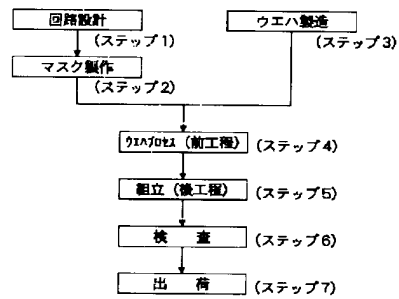
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

